



(19) **SU** <sup>(11)</sup> **1 438 511** <sup>(13)</sup> **A1**  
(51) МПК<sup>6</sup> **H 01 J 1/30, H 05 H 5/00**

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО  
ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ  
СССР**

(21), (22) Заявка: 4090722/21, 11.07.1986

(46) Дата публикации: 09.08.1995

(56) Ссылки: Авторское свидетельство СССР N  
976804, кл. H 01N 1/30, 1983. Месяц Г.А.  
Генерирование мощных наносекундных  
импульсов, Сов. радио, - М.: 1974, с.211.

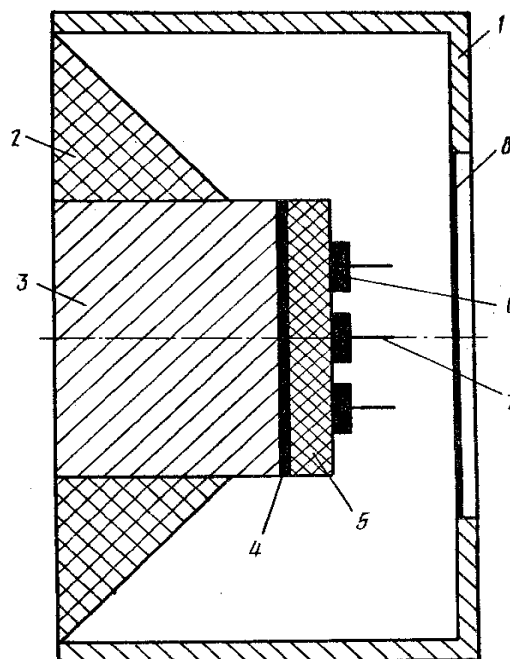
(71) Заявитель:  
Объединенный институт ядерных  
исследований

(72) Изобретатель: Корнев С.А.

(54) **ВЗРЫВОЭМИССИОННЫЙ ДИОД**

(57)

Изобретение относится к области  
сильноточной электроники и ускорительной  
техники. Оно может быть использовано в  
инжекторах сильноточных электронных  
ускорителей, плазменной электронике,  
технике СВЧ. Взрывоэмиссионный диод (ВЭД)  
имеет между металлической подложкой 4 и  
многоострийным индидатором 7 катодной  
плазмы плоскую диэлектрическую вставку 5,  
металлизированную с двух сторон. На  
стороне, обращенной в сторону анода 8,  
металлизация имеет вид отдельных  
контактных площадок к каждому элементу  
многоострийного инициатора. 7. Ток  
протекает равномерно по всему поперечному  
сечению, создаются условия для  
формирования однородной катодной плазмы  
большого поперечного сечения, из которого  
электрическим полем ВЭД вытягивается  
электронный пучок. ВЭД имеет и  
определенное расстояние между анодом 8 и  
катодом, определенное формулой,  
приведенной в описании изобретения. ВЭД  
имеет увеличенную мощность. 1 з.п. ф-лы, 1  
ил.





(19) **SU** <sup>(11)</sup> **1 438 511** <sup>(13)</sup> **A1**  
(51) Int. Cl.<sup>6</sup> **H 01 J 1/30, H 05 H 5/00**

STATE COMMITTEE  
FOR INVENTIONS AND DISCOVERIES

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 4090722/21, 11.07.1986

(46) Date of publication: 09.08.1995

(71) Applicant:

Ob"edinennyj institut jadernykh issledovanij

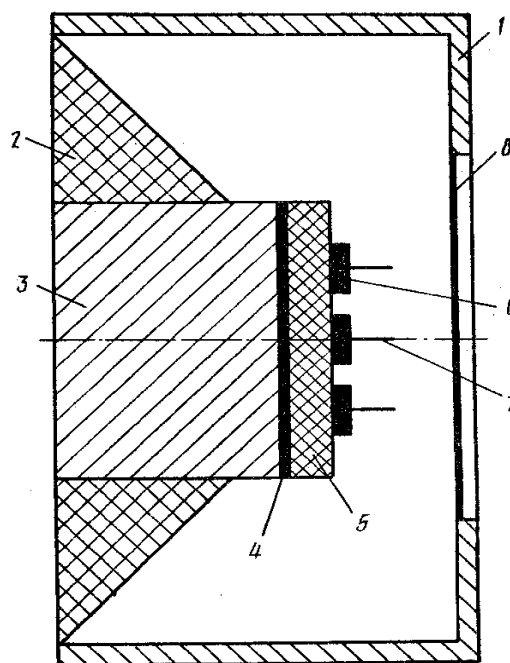
(72) Inventor:

Korenev S.A.

(54) **EXPLODING EMISSION DIODE**

(57) Abstract:

FIELD: heavy-current electronics.  
SUBSTANCE: exploding emission diode has flat insulating insert 5 between metal substrate 4 and multipoint cathode plasma initiator 7 metallized on either side. Side facing anode 8 is metallized in the form of separated contact pads for each component of multipoint initiator 7. Current flows uniformly over entire sectional area and favorable conditions are ensured to form uniform cathode plasma of large cross-sectional area wherefrom electron beam is drawn by electric field of exploding emission diode. The latter has definite distance between anode 8 and cathode found from equation given in description of invention. EFFECT: improved power capacity. 2 cl, 1 dwg



SU 1 438 511 A1

SU 1 438 511 A1

Изобретение относится к области сильноточной электроники и ускорительной техники и может найти применение в инжекторах сильноточных электронных ускорителей, плазменной электронике, технике СВЧ, термоядерных исследованиях, в источниках мощного  $\gamma$ -излучения.

Целью изобретения является увеличение мощности диода за счет увеличения эффективной площади поперечно однородного электронного пучка.

В взрывоземиссионный диод, состоящий из вакуумной камеры, высоковольтного проходного изолятора, катодной ножки со взрывоземиссионным катодом и анода, при этом взрывоземиссионный катод содержит металлическую подложку и многоострый инициатор катодной плазмы, в катоде между металлической подложкой и многоострым инициатором катодной плазмы введена диэлектрическая вставка, металлизированная с двух сторон (например, фольгированный двухсторонний стеклотекстолит, фторопласт), с контактными площадками на стороне, обращенной в сторону анода, при этом каждый острый инициатор катодной плазмы электрически присоединен к отдельной контактной площадке, а расстояние между анодом и катодом  $D$  должно удовлетворять условию:

$$\left[ \frac{KU}{E_{\text{пр}}} \frac{d}{\epsilon} \right] \approx D \geq \left[ \frac{U}{E_{\text{пр}}} \frac{d}{\epsilon} \right] \quad \text{где } K$$

коэффициент усиления электрического поля на инициаторах катодной плазмы;

$U$  напряжение на диоде, В;

$d$  толщина диэлектрической вставки, м;

$E_{\text{пр}}$  электрическая прочность

диэлектрической вставки, В/м;

$E_{\text{пор}}$  пороговая напряженность

электрического поля на инициаторе катодной плазмы для формирования взрывной катодной плазмы, В/м;

$\epsilon$  диэлектрическая проницаемость диэлектрической вставки.

Для устранения многофакельной структуры катодной плазмы с целью повышения эффективности площади поперечнооднородного электронного пучка необходимо равномерно распределить энерговыделение в катодные факелы и равномерно распределить напряженность электрического поля между острыми эмиттерами и анодом. Техническое решение катодного узла позволяет его рассматривать как плоский конденсатор, образованный контактными площадками с одной стороны и металлизированным слоем диэлектрика с другой. Это приводит к тому, что ток разряда (катодной плазмы) и ток эмиссии шунтируются током смещения через параллельно соединенные таким образом конденсаторы. Число конденсаторов соответствует числу эмиттеров. В результате происходит равномерное выделение энергии в каждый катодный факел, равномерно формируется напряженность электрического поля в диодном промежутке, что устраняет эффект экранировки электрического поля в районе первичного катодного факела. Таким образом, принципиально решена задача формирования однородных электронных пучков в диодах со взрывоземиссионными катодами.

Для формирования катодной плазмы необходимо, чтобы напряженность

электрического поля  $E$  на эмиттерах превышала пороговое значение  $E_{\text{пор}}$

$$E = \frac{U}{d} \cdot K \geq E_{\text{пор}} \quad (1) \quad \text{где } K \text{ коэффициент}$$

усиления электрического поля, обусловленный геометрией эмиттеров;

$U_0$  напряжение между эмиттерами и анодом;

$D$  расстояние между анодом и эмиттерами.

Напряжение  $U_0$  определим по формуле:

$$U_0 = \frac{U \epsilon D}{\epsilon D + d} \quad (2) \quad \text{где } \epsilon, d \text{ диэлектрическая}$$

проницаемость и толщина диэлектрической вставки;

$U$  напряжение на диоде.

Подставив  $U_0$  в (1) получаем

$$E = \frac{KU \epsilon}{\epsilon D + d} \geq E_{\text{пор}} = (8-15) \cdot 10^7, \text{ В/м} \quad (3) \quad \text{Эта}$$

формула определяет условие формирования катодной плазмы. Для практического применения ее необходимо преобразовать относительно диодного зазора расстояния между анодом и катодом, так как на практике этот параметр является наиболее подходящим для применения условия (3):

$$\left. \begin{aligned} \frac{KU \epsilon}{\epsilon D + d} &\geq E_{\text{пор}} \\ KU \epsilon &\geq E_{\text{пор}} (\epsilon D + d) = E_{\text{пор}} \epsilon D + E_{\text{пор}} \epsilon d \\ KU \epsilon - E_{\text{пор}} \epsilon d &\geq E_{\text{пор}} \epsilon D \end{aligned} \right\} \quad D \geq E_{\text{пор}} \cdot d$$

(4)

$$D \geq \frac{KU \epsilon - E_{\text{пор}} \epsilon d}{E_{\text{пор}} \epsilon} \cdot \frac{KU}{E_{\text{пор}}} \frac{d}{\epsilon} \quad (5)$$

Нельзя допустить электрического пробоя диэлектрической вставки, который определяется электрической прочностью этой вставки

$$\frac{U}{\epsilon D + d} < E_{\text{пр}} \quad (6) \quad \text{где } E_{\text{пр}} \text{ электрическая}$$

прочность диэлектрической вставки.

Эту формулу также необходимо преобразовать относительно  $D$ :

$$\left. \begin{aligned} \frac{U}{\epsilon D + d} &< E_{\text{пр}} \\ U &< E_{\text{пр}} (\epsilon D + d) = E_{\text{пр}} \epsilon D + E_{\text{пр}} \epsilon d \\ E_{\text{пр}} \epsilon D &> U - E_{\text{пр}} \epsilon d \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

$$D > \frac{U - E_{\text{пр}} \epsilon d}{E_{\text{пр}} \epsilon} \cdot \frac{U}{E_{\text{пр}}} \frac{d}{\epsilon} \quad (8)$$

Объединяя условия (5) и (8), получают необходимое условие для выбора расстояния  $D$  между анодом и катодом

$$\left[ \frac{KU}{E_{\text{пор}}} \frac{d}{\epsilon} \right], (\text{м}) \geq D > \left[ \frac{U}{E_{\text{пр}}} \frac{d}{\epsilon} \right], (\text{м}) \quad (9)$$

где  $U$  напряжение на диоде, В;

$d$  толщина диэлектрической вставки, м;

$E_{\text{пр}}$  электрическая прочность

диэлектрической вставки В/м;

$E_{\text{пор}}$  пороговая напряженность

электрического поля, В/м, для многих материалов эмиттеров она составляет  $(8-15) \times 10^7$ , В/м.

Расстояние между контактными площадками определяется отсутствием электрического пробоя между ними.

Введение в катод между металлической подложкой и многоострийным инициатором катодной плазмы диэлектрической вставки, металлизированной с двух сторон, с контактными площадками позволяет подсоединить каждый отдельный инициатор катодной плазмы. Это приводит к тому, что разрядный ток (ток разряда и эмиссии) зашунтирован током смещения через конденсатор, образованный многоострийным инициатором катодной плазмы и металлической подложкой. Ток протекает равномерно по всему поперечному сечению, что позволяет устранить эрозионное распыление инициатора катодной плазмы. Таким образом, создаются условия для формирования однородной катодной плазмы большого поперечного сечения (практически неограниченной), из которой электрическим полем диода вытягивается электронный пучок. Выбор расстояния между анодом и катодом определен с одной стороны из условий формирования катодной плазмы на инициаторах катодной плазмы, а с другой электрической прочностью диэлектрической вставки. Поскольку процессы в диоде импульсные, то происходит быстрая разрядка конденсатора, образованного металлической подложкой и контактной площадкой.

На чертеже схематично показан взрывоэмиссионный диод.

Диод содержит вакуумную камеру 1, высоковольтный проходной изолятор 2, катодную ножку 3, контактный электрод 4, диэлектрическую вставку 5, контактную площадку 6, многоострийный инициатор 7 катодной плазмы, анод 8.

Вакуумная камера диода обычно выполняется из нержавеющей стали. Катод состоит из катодной ножки 3, контактного электрода 4, диэлектрической вставки 5, контактных площадок 6 и многоострийных инициаторов 7 катодной плазмы. К контактными площадками 6 электрически подсоединены многоострийные инициаторы 7 катодной плазмы, причем к каждой площадке отдельный инициатор катодной плазмы. Анод может быть как фольговым, так и сетчатым. Давление остаточного газа в диоде  $\approx 10^{-5}$  Тор.

Устройство работает следующим образом.

При подаче на диод импульсного напряжения на катоде формируется катодная плазма. Процесс формирования катодной плазмы происходит следующим образом.

На многоострийных инициаторах катодной плазмы формируются катодные факелы за счет разогрева их автоэмиссионным током и ионизацией электронами автоэмиссии. При этом катодные факелы, расширяются в радиальном направлении и образуют плазменную область, с границы которой электрическим полем вытягивается электронный пучок.

Приме р. Катод изготовлен из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита с круглыми площадками диаметром 2,0 мм на одной из сторон, к которым посредством контактной точечной сварки приваривались одиночные острийные инициаторы катодной плазмы. Расстояние между контактными площадками составляло 2

мм, что исключало поверхностный пробой. Одиночные инициаторы катодной плазмы представляли Г-образные медные проволоочки диаметром 0,5 мм и протравленные на конце. Расположение их на контактных площадках и их геометрия удовлетворяли получению коэффициента усиления электрического поля  $K \approx 10$ . Во втором варианте катода использовался двухсторонний фольгированный фторопласт. Геометрия была такой же, что в первом катоде.

Проведенные эксперименты показали, что электронный пучок с повышенной поперечной однородностью плотности тока (поперечная неоднородность плотности тока  $\Delta j/j \approx 10\%$ ) может быть сформирован с неограниченной площадью. В экспериментах использовались катоды с  $S \approx 10-300 \text{ см}^2$ . Отсюда видно техническое преимущество предложенного устройства по сравнению с прототипом. При одной и той же энергии в накопителе энергии в генераторе импульсного напряжения плотность тока пучка падает с увеличением площади, что открывает возможность генерации микросекундных по длительности электронных пучков (при  $j \approx 0,1 \text{ А/см}^2$ ). При этом плотность тока пучка электронов составляла  $j \approx I/S$  при изменении  $S \approx 10^2$  до  $S \approx 300 \text{ см}^2$  соответственно  $j \approx 120 \text{ А/см}^2$  и  $j \approx 4 \text{ А/см}^2$  при зазоре между анодом и катодом  $D \approx 1 \text{ см} \approx 10 \text{ мм}$ .

### Формула изобретения:

1. ВЗРЫВОЭМИССИОННЫЙ ДИОД, состоящий из вакуумной камеры, высоковольтного проходного изолятора, катодной ножки со взрывоэмиссионным катодом и анода, при этом взрывоэмиссионный катод содержит металлическую подложку и многоострийный инициатор катодной плазмы, отличающийся тем, что, с целью увеличения мощности диода за счет увеличения эффективной площади поперечного однородного электронного пучка, в катоде между металлической подложкой и многоострийным инициатором катодной плазмы введена плоская диэлектрическая вставка, металлизированная с двух сторон, причем на стороне, обращенной в сторону анода, металлизация выполнена в виде отдельных контактных площадок к каждому острийному инициатору катодной плазмы, а расстояние между анодом и катодом  $D$  выбрано из выражения

$$\left[ \frac{KU}{E_{\text{пор}}} - \frac{d}{\epsilon} \right] \geq D \geq \left[ \frac{U}{\epsilon E_{\text{пор}}} - \frac{d}{\epsilon} \right],$$

где  $U$  напряжение на диоде, В;

$d$  толщина диэлектрической вставки, м;

$E_{\text{пр}}$  электрическая прочность

диэлектрической вставки, В/м;

$E_{\text{пор}}$  пороговая напряженность

электрического поля, В/м;

$K$  коэффициент усиления электрического поля;

$\epsilon$  диэлектрическая проницаемость диэлектрической вставки.

2. Диод по п.1, отличающийся тем, что диэлектрическая вставка выполнена из фольгированного двустороннего текстолита.

**DERWENT-ACC-NO:** 1996-158893**DERWENT-WEEK:** 199616*COPYRIGHT 2008 DERWENT INFORMATION LTD*

**TITLE:** Explosive-emission diode has flat dielectric insert placed in cathode between metal substrate and multi-jet cathode plasma initiator, to increase area of transverse electron beam

**INVENTOR:** KORENEV S A**PATENT-ASSIGNEE:** NUCLEAR RES INST[NUCLR]**PRIORITY-DATA:** 1986SU-4090722 (July 11, 1986)**PATENT-FAMILY:**

<b>PUB-NO</b>	<b>PUB-DATE</b>	<b>LANGUAGE</b>
SU 1438511 A1	August 9, 1995	RU

**APPLICATION-DATA:**

<b>PUB-NO</b>	<b>APPL-DESCRIPTOR</b>	<b>APPL-NO</b>	<b>APPL-DATE</b>
SU 1438511A1	N/A	1986SU-4090722	July 11, 1986

**INT-CL-CURRENT:**

<b>TYPE</b>	<b>IPC DATE</b>
-------------	-----------------

CIPS H01J1/30 20060101  
CIPS H05H5/00 20060101

**ABSTRACTED-PUB-NO:** SU 1438511 A1

**BASIC-ABSTRACT:**

An explosive-emission diode contains a flat dielectric insert (5) between a multi-jet cathode plasma initiator (7) and a metal substrate (4) and the insert is metallised on both sides.

Current flows uniformly through the entire transverse cross-section, creating conditions for formation of uniform cathode plasma of large cross-section, from which the electric field of the diode pulls an electron beam.

USE/ADVANTAGE - Generation of high power radiation. Increased power. Bul. 22/9.8.95

**CHOSEN-DRAWING:** Dwg.1/1

**TITLE-TERMS:** EXPLOSIVE EMIT DIODE FLAT  
DIELECTRIC INSERT PLACE CATHODE  
METAL SUBSTRATE MULTI JET PLASMA  
INITIATE INCREASE AREA TRANSVERSE  
ELECTRON BEAM

**DERWENT-CLASS:** X14

**EPI-CODES:** X14-G;

**SECONDARY-ACC-NO:**

**Non-CPI Secondary Accession Numbers:** 1996-133181

